Ontario

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs

FACTSHEET

ISSN 1198-712X ©Queen's Printer for Ontario

Agdex#: 714 Publication Date: 01/93

Order#: 93-011 Last Reviewed:

Title: Using Sprayed-In-Place Polyurethane Foam Insulation (PUFI) in Farm Buildings

Division: Agriculture and Rural
History: Original Factsheet
Written by: Hugh W. Fraser, P. Eng. and Harold K. House, P. Eng.

Table of Contents

1. Why is it So Popular?
2. What is PUFI
3. Water Absorption Into PUFI
4. Current Construction Techniques
5. Spraying From Inside to Outside Wood
6. Spraying from Inside to Outside Steel
7. Spraying from Outside to Inside Plywood
8. Spraying From Outside to Inside Steel
9. Choosing the Correct Construction Method
10. Building Tips
11. Summary

Why Is It So Popular?

Over the past 20 years sprayed-in-place polyurethane foam insulation (PUFI) has become the insulation of choice for thousands of farm buildings including horticultural fruit and vegetable storages and swine barns. Farmers often prefer the benefits of PUFI since it:

- has a relatively high R-value per unit thickness (at least R-6/inch) compared to many other insulations
- is easy and quick to apply in awkward locations, and on irregular surfaces
- provides an airtight seal, reducing convective heat losses or gains
- provides some increased rigidity to the building
- flows into cracks and gaps that would otherwise not have any insulation
- is a less favourable home for rodents since it is usually not thick enough to burrow in

PUFI is not without its costs since it:

- is more expensive than traditional fibreglass batt insulation for the same insulation value. However, the cost of PUFI includes applying it, whereas there is still the labour to install other types of insulation.
- is a foamed plastic material and if it is left exposed on the interior of a farm building, it must have a fire-protective covering. Common coverings include plywood; steel; or a cementitious coating material such as *Zonolite 3300, a material commonly used by Ontario applicators. (Always check with your building contractor, building inspector, and insurance agent for suitable

102-03992/

materials)

- has traditionally used a fluorocarbon refrigerant as its blowing agent, a substance that has come under fire recently as affecting the Earth's protective ozone layer. New more environmentally friendly formulations are now available.
- can be eaten by rodents or insects, although it has no food value.
- can absorb water vapour and is not a perfect vapour barrier (such as steel cladding or polyethylene sheeting) as many people believe. Although the movement of water vapour through PUFI is very slow indeed, it will pass through PUFI under the right environmental conditions as discussed later.

** No commercial endorsement is intended*

When considering using PUFI or any other insulation, one must take into account all of their financial and environmental costs and benefits.

| Top of Page |

What is PUFI?

PUFI is a closed-cell material made up of millions of tiny bubbles less than 0.5 mm (0.02") in diameter. It is very light, usually only 32 to 48 kg/m³ (2 to 3 lb/ft³) in density, compared to more familiar building materials such as spruce wood at 450 kg/m³ (28 lb/ft³), or concrete at 2300 kg/m³ (145 lb/ft³). It is applied in layers using a spray-gun (Figure 1). Application surfaces should be free of grease, oil, and loose particles. Poor adhesion results on surfaces such as plastic or galvanized metal that has an oily film on it.

| Top of Page |

Water Absorption Into PUFI

There have been several reports of PUFI absorbing water in bulk potato storages in Ontario, Quebec and New Brunswick. They were sprayed with PUFI using the inside onto the outside steel cladding with a fire-protective coating technique (Figure 3B). Water vapour tries to move through walls and ceilings in order to be at the same concentration on both sides. The greater the amount of water vapour contained on one side of the wall relative to the other, the greater is the incentive to move. Figure 2 demonstrates this concept during winter and summer with the same environmental conditions inside a refrigerated storage.

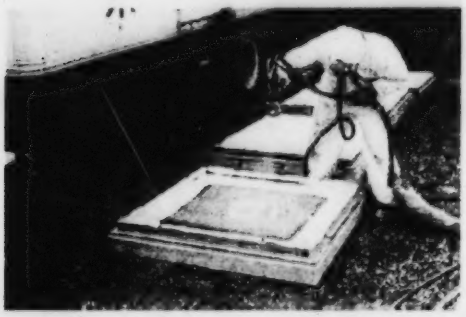


Figure 1. PUFI being applied to an experimental galvanized steel wall panel with a spray-gun.

Warm air will hold more water vapour than cold air. In Case I, with typical winter conditions outside, water vapour wants to move towards the outside, because the air inside the building contains relatively more water vapour than the air outside. In fact, in this example, it holds three times as much water vapour as depicted by the number of water drops shown. In Case II, with typical summer conditions outside, the air outside the building contains relatively more water vapour than the air inside. In this example, it holds seven times as much, again depicted by the number of water drops, and water vapour wants to move in the other direction through the wall towards the inside. Depending on the direction of water vapour movement, one has to decide whether a vapour barrier is required or not.

| Top of Page |

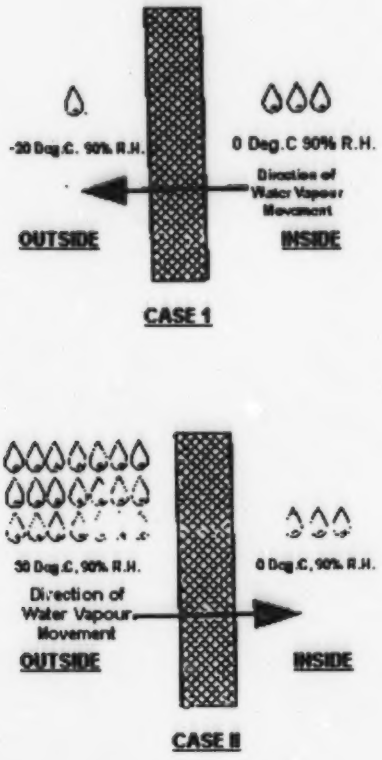


Figure 2. The direction of water vapour movement changes depending on the temperature and relative humidity on either side of a wall.

Current Construction Techniques

There are 4 main construction techniques used in Ontario

*(Figures 3A-3D). These are:

(A) Spraying from the inside, attached to the outside wood cladding, or concrete/stone walls, with a fire-protective coating

(B) Spraying from the inside, attached to the outside steel cladding with a fire-protective coating

(C) Spraying from the outside, attached to the inside plywood cladding

(D) Spraying from the outside, attached to the inside steel cladding

(Schematics are not to scale, and are intended for discussion purposes only)

| Top of Page |

A. Spraying From the Inside, Attached to the Outside Wood Cladding, or Concrete/Stone Walls, with a Fire-Protective Coating

This construction method (Figure 3A) was very popular in the 1970's for renovating old two-story dairy barns for swine housing. PUFI was sprayed on the old barn boards or the concrete or stone foundation walls from the inside of the barn. It was the only practical method of insulating these barns, and was a key ingredient in the proliferation of swine barns in Ontario during that period. It's advantages are:

- It tightens up the building considerably, a critical feature in allowing many ventilation systems to work
- One can see if the PUFI is being eaten by rodents
- No support framing is needed
- Since wood, concrete or stone walls are not perfect vapour barriers, water vapour can pass directly through them and the PUFI

The disadvantages are:

- A costly fire-protective coating would be needed
- The resulting interior surface is rough, dull, difficult to clean and can be damaged by animals or equipment

| Top of Page |

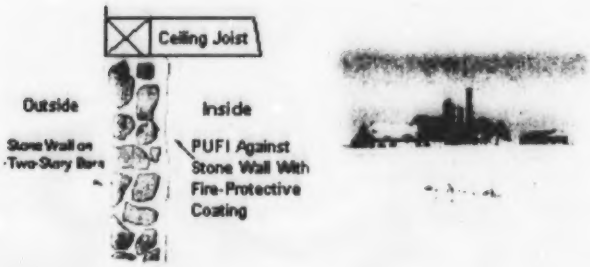


Figure 3A. Many older two-story dairy barns have been insulated with PUFI upstairs or downstairs.

B. Spraying From the Inside, Attached to the Outside Steel Cladding, with a Fire-Protective Coating

This construction method (Figure 3B) has been very popular, and involves constructing the building wood frame, putting the outside steel cladding onto the studs or poles, then applying PUFI directly on the steel cladding from the inside of the building. It's advantages are:

- It is very simple, and can be done near the end of construction after the entire shell of the building is up
- It tightens up the building considerably, a critical feature in allowing many ventilation systems to work
- One can see if the PUFI is being eaten by rodents
- For Controlled Atmosphere (CA) Apple Storages a gastight seal is required and it is easier to see where cracks might be if the PUFI is exposed in this manner.

The disadvantages are:

- A costly fire-protective coating would be needed.
- The resulting interior surface is rough, dull, difficult to clean and can be damaged by animals or equipment
- It can result in problems of water vapour absorption under the right environmental conditions
- The PUFI may not adhere well to the outside steel cladding if it is galvanized with an oily film on it.

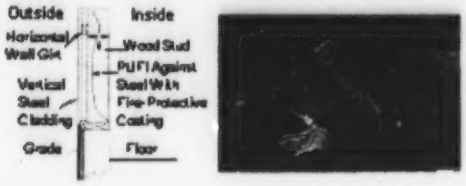


Figure 3B. The picture shows a 75 mm thick piece of PUFI with a 5 to 10 mm thick Zonolite 3300 fire-protective coating.

| Top of Page |

C. Spraying From the Outside, Attached to the Inside Plywood Cladding

This method (Figure 3C) is called the 'Inside-Out Construction Method'. It evolved in the 1980's as a result of water vapour being absorbed by PUFI in potato storages using construction method 'B' discussed previously. This method involves constructing the building wood frame, putting on an inside plywood cladding, applying the PUFI on the backside of the plywood from the outside of the building, then installing the outside steel cladding last. Its advantages are:

- It eliminates the need for an expensive fire-protective coating (providing the plywood meets the required fire rating requirements)
- It reduces the danger of mechanical damage
- It provides a smooth, paintable, cleanable surface
- Since plywood is not a vapour barrier, water vapour can pass right through both the PUFI and plywood and not become trapped in the wall. Once the water vapour is in the space between the PUFI and the outside steel cladding, it normally can 'escape'
- The plywood can add considerable rigidity and tightness to the building, a key component in the success of CA apple storages that need to have a gas-tight seal.

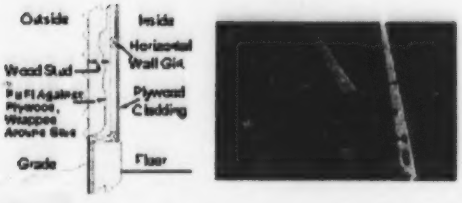


Figure 3C. In the picture, a model of a wall shows how 2" x 4" horizontal wall girts between the studs and the inside plywood allows the PUFI to wrap around the studs.

| Top of Page |

The disadvantages are:

- The plywood surface can get mouldy in high humidity horticultural storages
- The PUFI is covered up and difficult to repair if it develops hairline cracks and reduces the air-tight seal in a CA apple storage
- It is perceived to be costly since both a steel and plywood cladding surface are used

D. Spraying from the Outside, Attached to the Inside Steel Cladding

This construction technique (Figure 3D) has only recently been used, where steel is substituted for plywood in the technique described above. Unfortunately, it has been described by some people in the industry as being a method to eliminate the water vapour absorption problems that occurred in construction method 'B'. It should only be used in the applications shown in Table 1.

Its advantages are:

- It eliminates the need for an expensive fire-protective coating (providing the steel meets the required fire rating requirements)
- It reduces the danger of mechanical damage
- It provides a smooth, paintable, cleanable surface

The disadvantages are:

- The PUFI is covered up and difficult to repair if it develops hairline cracks and reduces the air-tight seal in a CA apple storage
- It is perceived to be costly since two steel cladding surfaces are used
- It can result in problems of water vapour absorption under the right environmental conditions
- The PUFI may not adhere well to the inside steel cladding if it is galvanized with an oily film on it

| Top of Page |

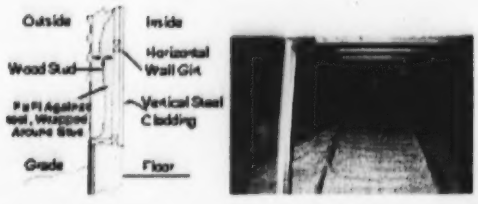


Figure 3D. The picture is of an attic in a livestock building. This will tighten and stiffen the ceiling up considerably.

Choosing the Correct Construction Method

The first step in determining the correct building method is to determine in which direction the water vapour wants to travel. In the case of livestock buildings water vapour will always travel towards the outside of the building, as it is always as warm or warmer inside compared to outside. For refrigerated storages used only in warm or hot weather, or for freezers, the water vapour will always travel towards the inside of the building as it is always as warm or warmer outside compared to inside. Both of these examples are fairly straightforward and it is best to use a construction technique that either ;

- Prevents the movement of water vapour into the PUFI in the first place using steel cladding (a perfect vapour barrier) attached to the warm side of the PUFI (construction methods 'B' or 'D', depending on the use), or
- Allows water vapour to pass directly through without being trapped using construction methods 'A' or 'C'

The more difficult situations are when the movement of water vapour direction will change over the period of the year that the building is used. The main types of buildings that fit into this category are fruit and vegetable storages that are used both during warm and cold seasons. During warm weather, the direction of water vapour movement is always towards the inside of the building, since it is always warmer on the outside of the building. However during cold weather, the direction of water vapour movement may change to be towards the outside of the building, depending on the inside and outside conditions. For these cases, it is best to use construction methods 'A' or 'C' since regardless of the environmental conditions, water vapour can always pass in both directions through the wall or ceiling. Be careful to consider the possible future uses of the building as plans often change.

| Top of Page |

Table 1 lists appropriate construction method(s) to use for different agricultural uses.

TECHNIQUE ---> INSIDE USE (below)	Spraying from the inside, attached to the outside wood cladding, or stone or concrete walls with a fire-protective coating	Spraying from the inside, attached to the outside steel cladding, with a fire-protective coating	Spraying from the outside, attached to the inside plywood cladding	Spraying from the outside, attached to the inside steel cladding
Livestock Buildings; Non-refrigerated Horticultural Storages such as Potato Storages (always as warm or warmer inside compared to outside)	X		X	X
Refrigerated Horticultural Storages Used From May to September; (0°C-10°C); Freezers <-15°C (always as cold or colder inside than outside)	X	X	X	
Refrigerated Horticultural Storages Used From September to May; (0°C-10°C)(sometimes warmer or colder than outside)	X		X	

* General recommendations assuming; normal Southern Ontario outside environmental conditions during the year; environmental conditions inside are constant; and the building is not used for other purposes in the future. For more specific recommendations, ask a Consulting Engineer familiar with agricultural building conditions and construction methods.

| Top of Page |

Building Tips

- Use 1" x 2" or 2" x 4" wall wood girts between the studs/poles and the inside or outside steel or inside plywood, so that the PUFI will wrap around the studs/poles. See Figures 3B, 3C and 3D. This prevents heat from moving in or out through the studs or poles since they are not good insulators. Use wood girts on the ceiling between the trusses and inside steel or plywood for the same reasons.
- PUFI will attach better to prepainted steel rather than straight galvanized metal, since there can often be an oily film on new galvanized steel.

| Top of Page |

Summary

Polyurethane foam insulation (PUFI) has many advantages in agricultural construction and is adaptable to many uses. However, it is not without disadvantages. One must be careful to choose the construction technique that is best suited for the intended use.

This Factsheet was reviewed by Cliff Strassburger, Strassburger Insulation; and Dr. Jan Jofriet, School of Engineering, University of Guelph.

This Factsheet was authored by: Hugh W. Fraser, P. Eng. and Harold K. House, P. Eng. Resources Management

For more information.. .contact Hugh Fraser at hugh.fraser@omafra.gov.on.ca or Harold House at harold.house@omafra.gov.on.ca

| Top of Page |

| Engineering Home Page |

| Central Site | Feedback | Search | Site Map | Français |
| Home | What's New | Calendar | Products | News Releases|

Ontario

This site maintained by the Government of Ontario, Canada

This information is provided as a public service, but we cannot guarantee that the information is current or accurate. Readers should verify the information before acting on it.

Feedback and technical inquiries to: engineering@omafra.gov.on.ca
© Copyright 2002 Queen's Printer for Ontario
Last Updated: May 30, 2001

Ontario

ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales

FICHE TECHNIQUE

ISSN 1198-7138 Imprimeur de la Reine pour l'Ontario

Agdex: 714 Date de publication: 01/93

Commande no. 93-012 Dernière révision: 01/93

Titre: Mousse isolante de polyuréthanne appliquée sur place dans les bâtiments de ferme

Division: Agriculture et affaires rurales
Situation:
Rédacteur: Hugh W. Fraser et Harold K.

Table des matières

1. Pourquoi est-elle si populaire?
2. Qu'est-ce que la mousse de pur?
3. Absorption d'eau par la mousse de pur
4. Techniques de construction courantes
5. A) Application à partir de l'intérieur sur un parement extérieur en bois ou sur un mur en béton ou en pierre, avec revêtement pare-feu
6. B) Application à partir de l'intérieur sur un parement extérieur en tôle d'acier, avec revêtement pare-feu
7. C) Application à partir de l'extérieur sur un parement intérieur en contreplaqué
8. D. Application à partir de l'extérieur sur un parement intérieur en tôle d'acier
9. Choisir la bonne méthode de construction
10. Conseils utiles
11. Résumé

Pourquoi est-elle si populaire?

Au cours des 20 dernières années, la mousse isolante de polyuréthanne (PUR) projetée au pistolet, sur place, est devenue l'isolant préféré dans les bâtiments de ferme, y compris les entrepôts de fruits et légumes, et les porcheries. La mousse isolante de PUR est souvent préférée des agriculteurs pour les raisons suivantes :

- Sa valeur R par unité d'épaisseur (au moins R-6/po) est relativement élevée en comparaison avec d'autres isolants.
- Son application est facile et rapide dans les endroits difficiles d'accès ou sur les surfaces irrégulières.
- Elle est étanche à l'air et réduit donc les pertes ou gains de chaleur par convection.
- Elle ajoute à la rigidité du bâtiment.
- Elle s'infiltre dans les fentes et interstices qui, autrement, manqueraient d'isolation.
- Elle est moins sujette à loger des rongeurs, sa couche n'étant généralement pas assez épaisse

pour leur servir d'abri.

Mais les coûts qu'entraîne la mousse de PUR ne sont pas négligeables :

- Elle est plus coûteuse que le matelas de fibre de verre ordinaire pour une isolation équivalente; mais le coût de la mousse de PUR inclut son application, alors qu'aux autres isolants viennent s'ajouter les frais de main-d'oeuvre.
- Elle est une mousse de matière plastique qu'on ne laisse pas à nu dans un bâtiment; il faut lui ajouter un revêtement pare-feu. À cette fin, on utilise généralement le contreplaqué, la tôle d'acier ou un matériau cimentaire comme la *Zonolite 3300 couramment utilisée en Ontario. (L'acheteur doit toujours s'assurer de l'acceptabilité des revêtements pare-feu utilisés auprès de son constructeur, du service local d'inspection des constructions et de son assureur).
- Elle utilise habituellement comme agent de projection un frigorigène fluorocarboné, substance dont on combat l'usage depuis un certain temps parce qu'elle affecterait la couche protectrice d'ozone autour de la terre. Il existe maintenant dans le commerce de nouvelles substances plus acceptables pour l'environnement.
- Elle peut être consommée par des rongeurs et des insectes malgré son absence de valeur nutritive.
- Elle peut absorber la vapeur d'eau et n'est pas un pare-vapeur efficace (tels les parements en tôle d'acier ou les membranes de polyéthylène) comme plusieurs le prétendent. La vapeur d'eau se déplace très lentement dans la mousse de PUR, mais elle traversera tout de même cette mousse dans certaines conditions environnementales dont il sera question plus loin.

* *Sans intention publicitaire.*

Quand on envisage d'utiliser la mousse de PUR ou tout autre isolant, on doit tenir compte de tous leurs coûts et avantages financiers et environnementaux.

| Haut de la page |

Qu'est-ce que la mousse de pur?

La mousse de PUR est une mousse à cellules fermées faite de millions de bulles minuscules (0,5 mm ou 0,02 po de diamètre). Elle est très légère, sa masse volumique n'étant que de 32 à 48 kg/m3 (2 à 3 lb/pi3), alors que celle de matériaux de construction mieux connus est beaucoup plus élevée (450 kg/m3 ou 28 lb/pi3 pour l'épinette, et 2300 kg/m3 ou 145 lb/pi3 pour le béton). Elle s'applique en couches successives au pistolet (voir figure 1). Les surfaces d'application doivent être exemptes de graisse, d'huile ou de matériaux lâches. L'adhérence est médiocre sur des surfaces comme le plastique ou le métal galvanisé couvert d'un film huileux.

| Haut de la page |

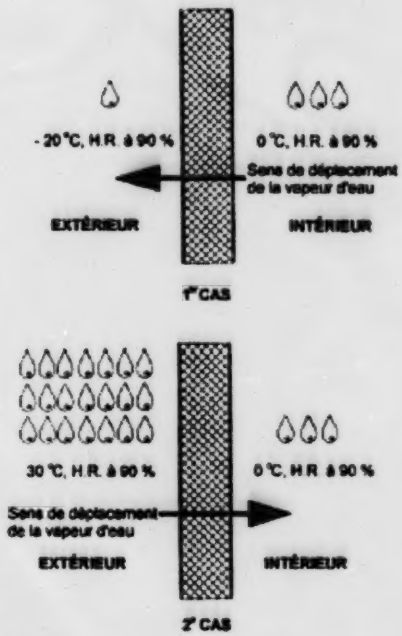
Absorption d'eau par la mousse de pur

Des rapports de plusieurs sources ont fait état d'absorption d'eau par la mousse de PUR dans des entrepôts de pommes de terre en vrac en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick. De la mousse de PUR y avait été projetée à partir de l'intérieur sur un parement extérieur en tôle d'acier, avec revêtement pare-feu (figure 3B). La vapeur d'eau cherche à traverser les murs et plafonds pour atteindre une même concentration de chaque côté. Plus il y a de vapeur d'eau d'un côté du mur par rapport à l'autre, plus l'attraction vers celui-ci est forte. La figure 2 illustre cet échange de vapeur d'eau, en hiver et en été, entre le milieu extérieur et un entrepôt frigorifique où les conditions sont gardées stables.

Figure 1. Mousse isolante de PUR appliquée au pistolet sur un panneau mural expérimental en tôle d'acier galvanisé.

L'air chaud retient plus de vapeur d'eau que l'air froid. Dans le premier cas (figure 2), où les conditions extérieures sont typiques de l'hiver, la vapeur d'eau cherche à se déplacer vers l'extérieur, car la concentration de la vapeur d'eau y est plus basse. En réalité, dans cet exemple, la bâtiment contient trois fois plus de vapeur d'eau, comme l'indique le nombre de gouttes d'eau sur l'illustration. Dans le second cas, où les conditions au dehors sont typiquement estivales, l'air extérieur du bâtiment contient relativement plus de vapeur d'eau que l'air intérieur - sept fois plus comme l'indique le nombre de gouttes d'eau. La vapeur d'eau cherche donc à se déplacer à travers le mur dans l'autre sens, vers l'intérieur. Selon le sens de déplacement de la vapeur d'eau, on doit décider si un pare-vapeur est nécessaire.

Figure 2. Le sens de déplacement de la vapeur d'eau change selon la température et l'humidité relative d'un côté et de l'autre d'un mur.



| Haut de la page |

Techniques de construction courantes

En Ontario, quatre techniques de construction sont surtout utilisées (figures 3A à 3D). Ce sont :

A) Application à partir de l'intérieur sur un parement extérieur en bois ou sur un mur en béton ou en pierre, avec revêtement pare-feu;
B) Application à partir de l'intérieur sur un parement extérieur en tôle d'acier, avec

revêtement pare-feu;
C) Application à partir de l'extérieur sur un parement intérieur en contreplaqué;
D) Application à partir de l'extérieur sur un parement intérieur en tôle d'acier.

| Haut de la page |

A) Application à partir de l'intérieur sur un parement extérieur en bois ou sur un mur en béton ou en pierre, avec revêtement pare-feu

Cette méthode de construction (figure 3A) était très répandue dans les années 1970 pour la rénovation d'anciennes granges à deux étages transformées en porcheries. La mousse de PUR était simplement appliquée à partir de l'intérieur directement sur les planches de l'ancienne grange ou sur ses murs de fondation en béton ou en pierre. C'était alors le seul moyen pratique d'isoler ces granges, et c'était le matériau clé dans la prolifération des porcheries en Ontario durant cette période. Ses avantages sont les suivants :

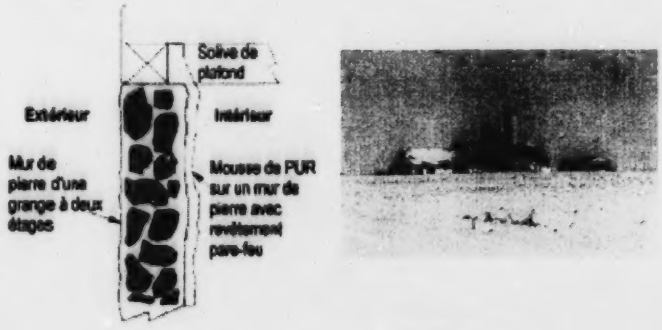
- Le bâtiment s'en trouve considérablement étanché, une qualité indispensable au fonctionnement de beaucoup de systèmes de ventilation.
- Tout dommage causé par les rongeurs est visible.
- Cette méthode est perçue comme étant plus économique parce qu'aucune charpente de soutien n'est nécessaire.
- Étant donné que les murs en bois, en béton ou en pierre ne sont pas des pare-vapeur parfaits, la vapeur d'eau peut traverser complètement ces matériaux et la mousse de PUR.

Ses inconvénients sont les suivants :

- Un revêtement pare-feu coûteux est nécessaire.
- La surface intérieure est rude, terne, difficile à nettoyer et vulnérable aux dommages causés par les animaux ou le matériel.

* Les schémas qui suivent ne sont pas à l'échelle; ils ne sont donnés qu'à titre indicatif.

Figure 3A. Bon nombre d'anciennes granges à deux étages ont été isolées avec de la mousse de PUR en haut ou en bas.



| Haut de la page |

B) Application à partir de l'intérieur sur un parement extérieur en tôle d'acier, avec revêtement pare-feu

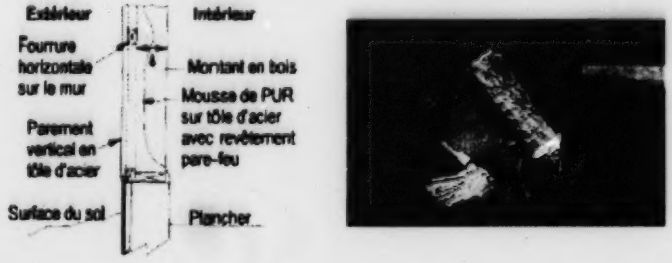
Cette méthode de construction (figure 3B) a été très populaire; elle comporte l'érection d'une charpente en bois, l'installation du parement extérieur en tôle d'acier fixé sur les montants ou poteaux, et l'application de la mousse de PUR directement sur le parement de tôle à partir de l'intérieur du bâtiment. Ses avantages sont les suivants :

- L'isolation est très simple et peut se faire vers la fin de la construction, une fois le carré du bâtiment complété.
- Le bâtiment s'en trouve considérablement étanché, une qualité indispensable au fonctionnement de beaucoup de systèmes de ventilation.
- Tout dommage causé par les rongeurs est visible.
- Il est plus facile de repérer les fissures possibles si la mousse de PUR est à nu dans les entrepôts à atmosphère contrôlée qui doivent être étanches aux gaz (p. ex., entrepôts servant à la conservation des pommes).

Ses inconvénients sont les suivants :

- Un revêtement pare-feu coûteux est nécessaire.
- La surface intérieure est rude, terne, difficile à nettoyer et vulnérable aux dommages causés par les animaux ou le matériel.
  L'absorption de la vapeur d'eau peut poser un problème dans certaines conditions environnementales.
- La mousse de PUR pourrait mal adhérer sur un parement extérieur en tôle d'acier galvanisé qui est recouvert d'un film huileux.

Figure 3B. L'illustration montre 75 mm d'épaisseur de mousse isolante de PUR avec 5 à 10 mm d'épaisseur de Zonolite 3300 comme revêtement pare-feu.



| Haut de la page |

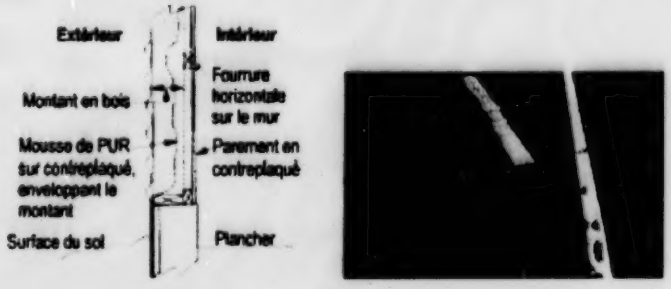
C) Application à partir de l'extérieur sur un parement intérieur en contreplaqué

Cette méthode (figure 3C) est souvent appelée méthode de construction inversée. Elle a fait son apparition dans les années 1980 à la suite de l'absorption de vapeur d'eau par la mousse de PUR dans un entrepôt à pommes de terre construit selon la méthode B (voir section précédente). Cette méthode comporte l'érection d'une charpente en bois, l'installation d'un parement en contreplaqué à l'intérieur, l'application de mousse de PUR à partir de l'extérieur sur le dos du contreplaqué et, pour finir, l'installation d'un parement extérieur en tôle d'acier. Ses avantages sont les suivants :

- Le coûteux revêtement pare-feu est éliminé (à la condition que le contreplaqué rencontre les exigences de la norme de protection contre les incendies).
- Le danger de dommages mécaniques accidentels est réduit.
- La surface intérieure est douce et peut être peinte et nettoyée.

- Comme le contreplaqué n'est pas un pare-vapeur, la vapeur d'eau peut traverser à la fois la mousse de PUR et le contreplaqué plutôt que de rester enfermée dans le mur. (La vapeur d'eau rendue dans l'espace entre la mousse et le parement extérieur en tôle peut normalement s'échapper.)
- Le contreplaqué peut ajouter beaucoup de rigidité et d'étanchéité au bâtiment; il est donc un matériau clé contribuant à la qualité de conservation des pommes dans les entrepôts à atmosphère contrôlée, lesquels doivent être étanches aux gaz.

Figure 3C. Le schéma montre comment des fourrures horizontales de 2 po × 4 po sur le mur, entre les montants et le contreplaqué intérieur, permettent que la mousse de PUR enveloppe les montants.



Ses inconvénients sont les suivants :

- La surface du contreplaqué peut moisir dans les entrepôts horticoles à haut taux d'humidité.
- La mousse de PUR est enfermée et difficile à réparer s'il s'y développe de fines fissures; de telles fissures réduisent l'étanchéité aux gaz de l'entrepôt et pourraient poser des problèmes pour la conservation des pommes à atmosphère contrôlée.
- Cette méthode est jugée coûteuse parce qu'on utilise deux parements, l'un en tôle d'acier et l'autre en contreplaqué.

| Haut de la page |

D. Application à partir de l'extérieur sur un parement intérieur en tôle d'acier

Cette technique de construction (figure 3D) n'est utilisée que depuis peu; on y remplace par de la tôle d'acier le contreplaqué de la technique C. Malheureusement, certains l'ont décrite comme étant une méthode visant à éliminer les problèmes liés à l'absorption de vapeur d'eau qui marquent la méthode de construction B. Ses avantages sont les suivants :

- Le coûteux revêtement pare-feu est éliminé (à la condition que la tôle d'acier rencontre les exigences de la norme de protection contre les incendies).
- Le danger de dommages mécaniques accidentels est réduit.
- La surface intérieure est douce et, peut être peinte et nettoyée.

Ses inconvénients sont les suivants :

- La mousse de PUR est enfermée et difficile à réparer s'il s'y développe de fines fissures; de telles fissures réduisent l'étanchéité aux gaz de l'entrepôt et pourraient poser des problèmes pour la conservation des pommes à atmosphère contrôlée.
- Cette méthode est jugée coûteuse parce qu'on utilise deux parements en tôle d'acier.
- La mousse de PUR pourrait mal adhérer sur un parement intérieur en tôle d'acier galvanisé qui

est recouvert d'un film huileux.

Figure 3D. Schéma de l'entretoit d'un bâtiment pour bétail. Le plafond sera ainsi beaucoup plus étanche et rigide.
Extérieur

| Haut de la page |

Choisir la bonne méthode de construction

Pour choisir la méthode de construction qui convient, on doit d'abord déterminer le sens de déplacement de la vapeur d'eau. Dans le cas d'un bâtiment logeant du bétail, la vapeur d'eau ira toujours vers l'extérieur, parce que la température de l'air sera toujours égale ou plus chaude à l'intérieur qu'à l'extérieur. Pour ce qui est des entrepôts frigorifiques utilisés seulement par temps doux ou chaud, et pour des congélateurs, la vapeur d'eau ira toujours vers l'intérieur, parce que la température de l'air sera toujours égale ou plus chaude à l'extérieur qu'à l'intérieur. Ces deux situations types sont très simples et conduisent à une technique de construction :

- qui préviendra, dès le départ, toute infiltration de la vapeur d'eau dans la mousse de PUR par l'utilisation d'un parement en tôle d'acier (un pare-vapeur parfait) installé du côté chaud de la mousse (méthode de construction B ou D selon l'usage), ou
- qui permettra à la vapeur d'eau de traverser complètement le mur sans s'y enfermer (méthode de construction A ou C).

La situation est beaucoup plus délicate quand le sens de déplacement de la vapeur d'eau change à différentes périodes de l'année durant lesquelles le bâtiment est utilisé. Les principaux genres de bâtiments de cette catégorie sont les entrepôts de fruits et légumes utilisés aussi bien pendant les saisons chaudes que les saisons froides. Durant les temps chauds, la vapeur d'eau se déplace toujours vers l'intérieur du bâtiment, puisque l'air est toujours plus chaud à l'extérieur. Toutefois, par temps froid, le sens de déplacement de la vapeur d'eau peut tourner vers l'extérieur du bâtiment, selon les conditions intérieures et extérieures. En pareils cas, il vaut mieux utiliser les méthodes A ou C puisque, indépendamment des conditions environnementales, la vapeur d'eau peut toujours passer dans les deux sens à travers le mur ou le plafond. Il faut donc envisager toute utilisation possible du bâtiment qui pourrait s'imposer dans l'avenir.

Le tableau 1 indique la ou les méthodes de construction qui conviennent à différents usages

| Haut de la page |

Conseils utiles

- Utiliser au mur des fourrures en bois de 1 po × 2 po ou de 2 po × 4 po entre les montants/poteaux et la tôle d'acier intérieure ou extérieure, ou le contreplaqué intérieur, pour que la mousse de PUR enveloppe les montants/poteaux (figures 3B, 3C et 3D). On empêche

ainsi la chaleur de traverser dans un sens ou dans l'autre les montants ou poteaux, qui ne sont pas de bons isolants. Par ailleurs, il est préférable d'utiliser des fourrures en bois au plafond, entre les solives et le parement intérieur en tôle d'acier ou en contreplaqué.

- La mousse isolante de PUR adhérera mieux à l'acier prépeint qu'au métal simplement galvanisé, parce que celui-ci pourrait être couvert d'un film huileux.

| Haut de la page |

Résumé

La mousse isolante de polyuréthanne (PUR) offre plusieurs avantages dans la construction de bâtiments de ferme et convient à de nombreux usages. Mais elle n'est pas sans présenter certains inconvénients. On doit prendre soin de choisir la méthode de construction la mieux appropriée à l'utilisation du bâtiment envisagé.

Le manuscrit de la présente fiche technique a été révisé par Cliff Strassburger, de Strassburger Insulation, et par Jan Jofriet, Ph. D, École d'ingénierie, Université de Guelph.

Tableau 1. Techniques de constructions qui conviennent à différentes utilisations.

Technique---->	A	B	C	D
Utilisation	Application à partir de l'intérieur sur un parement extérieur en bois ou sur un mur en pierre ou en béton, avec revêtement pare-feu	Application à partir de l'intérieur sur un parement extérieur en tôle d'acier, avec revêtement pare-feu	Application à partir de l'extérieur sur un parement intérieur en contreplaqué	Application à partir de l'extérieur sur un parement intérieur en tôle d'acier
Bâtiments pour bétail; entrepôts horticoles non réfrigérés pour la conservation de produits comme les pommes de terre (température toujours égale ou plus chaude à l'intérieur qu'à l'extérieur)	X		X	X
Entrepôts frigorifiques horticoles, de mai à septembre (0 oC à 10 oC); congélateurs < -15 oC (température toujours égale ou plus froide à l'intérieur qu'à l'extérieur)	X	X	X	
Entrepôts frigorifiques				

horticoles, de septembre à mai (0 oC à 10 oC) (température parfois plus chaude ou plus froide à l'intérieur qu'à l'extérieur)	X		X	

* Recommandations générales qui présupposent : des conditions environnementales extérieures normales dans le sud de l'Ontario durant l'année; des conditions environnementales intérieures constantes; aucun changement d'utilisation du bâtiment dans l'avenir. Pour des recommandations plus spécifiques, s'adresser à un ingénieur consultant qui connaît bien les conditions existant dans les bâtiments agricoles et les méthodes de construction rurale.

Nous remercions le Secrétariat d'État pour sa contribution financière à la réalisation de la présente fiche technique.

Cette fiche a été rédigée à l'origine par Hugh W. Fraser, ingénieur, et Harold K. House, ingénieur, Direction de la gestion des ressources, MAAO.

| Haut de la page |

| Page d'accueil du génie |

| Site principal | Commentaires | Recherche | Plan du site | English |
| Page d'accueil | Nouveautés | Calendrier | Produits | Communiqués |

Ontario
Ce site est mis à jour par le gouvernement de l'Ontario, Canada.

Les renseignements de ce site sont fournis à titre de service au public. On ne peut garantir que l'information est à jour ou exacte. Les lecteurs devront vérifier l'information avant de s'en servir.

Vos commentaires et questions techniques à engineering@omafra.gov.on.ca
©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario 2002
Dernières modifications : 30 mai 2001